

ANALÍTICA DE DATOS PARA DETERMINAR EL IMPACTO DE LA PANDEMIA DE
COVID-19 EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS GENÉRICAS EN
ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA
COSTA.

JESSICA DEL CARMEN MANOSALVA SANDOVAL



TESIS

PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN INGENIERÍA

ÉNFASIS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN

MAESTRÍA EN INGENIERÍA

BARRANQUILLA, COLOMBIA

OCTUBRE, 2021

UNIVERSIDAD DE LA COSTA, CUC

ANALÍTICA DE DATOS PARA DETERMINAR IMPACTO DE LA PANDEMIA DE
COVID-19 EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS GENÉRICAS EN
ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA
COSTA.

JESSICA DEL CARMEN MANOSALVA SANDOVAL



TESIS

PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN INGENIERÍA

ÉNFASIS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TUTOR: DRA. ANA CAROLINA TORREGROZA ESPINOSA

COTUTOR: DR. IVÁN DARÍO PORTNOY DE LA OSSA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA

BARRANQUILLA, COLOMBIA

OCTUBRE 2021

Dedicatoria

Dedico este proceso de investigación primero a Dios, por darme la fortaleza y sabiduría en cada momento y en cada una de las decisiones que tomo, es Él quien me concede esa gracia para salir adelante en cada uno de mis proyectos. A mi familia, mi madre, mi esposo y mis hijos, quienes son mi motor y mi apoyo. A mis tutores, por su entrega y dedicación, sin ustedes no lo hubiera logrado.

Gracias a cada uno de ustedes, si no hubieran estado ahí en el momento que los necesité no lo hubiera logrado.

Jessica Manosalva Sandoval

Nota de aceptación

Nota Jurado 1

Nota Jurado 2

Agradecimientos

Primero que todo quiero dar gracias a Dios, porque gracias a su compañía he logrado alcanzar las metas que me he propuesto. Padre, gracias porque me diste sabiduría y fuerzas para cumplir con cada uno de los objetivos propuestos para culminar con esta investigación.

También quiero dar gracias a mi familia, a mi madre Zully Manosalva Sandoval, por todo su apoyo durante los momentos que la necesité, ella nunca me abandonó. A mi esposo Manuel Gutiérrez Gravier, no tengo palabras para agradecerle todo el apoyo y la compañía que me ha dado en cada uno de los proyectos y decisiones que tomo. A mis hijos Sebastián y Rachell, por ser ese motor que me llevó a cumplir y culminar mi camino. A mis hermanos Shirley y Elkin, porque siempre me dan una luz para avanzar en mi camino.

A mis tutores Ana Torregroza e Iván Portnoy, porque llegaron en el momento preciso y cuando más los necesité. Una vez más confirmo que Dios nos envía ángeles para ejecutar su voluntad y sin duda ustedes son mis ángeles. Gracias por esa dedicación, entrega y apoyo que me dieron durante la investigación, personas como ustedes muy pocas en el mundo.

A la Universidad de la Costa, porque por medio de mis profesores aportó a crear en mí un mejor profesional. Principalmente quiero agradecer a Julio Mojica, por su dedicación, comprensión y ayuda durante mi proceso.

Por último y no menos importante quiero dar las gracias a Ligia Castro, Rosmery Turbay y Tito José Crissien, porque creyeron en mí y me dieron esa oportunidad de saltar a este punto en el que estoy, Dios los bendiga siempre.

Publicaciones derivadas de la investigación

Nombre: Impact of COVID-19 on generic skills development of students from a university in a developing country.

Revista: Psychology and Education Journal

Fecha de publicación: 07/07/2021

Enlace: <http://psychologyandeducation.net/pae/index.php/pae/article/view/6206/5237>

Resumen

La pandemia de COVID-19 ha provocado una crisis sin precedentes en todas las áreas socioeconómicas, incluida la educación. En todo el mundo las universidades se han visto obligadas a cambiar sus técnicas de enseñanza tradicionales hacia la implementación de una variedad de enfoques de enseñanza remota de emergencia. Esta tesis tiene como objetivo determinar el efecto de la educación a distancia debido a la pandemia COVID-19 y el desarrollo de Competencias Genéricas que ha tenido la Universidad de la Costa - CUC. El conjunto de datos de este estudio se compone de los resultados de la prueba de Competencias Genéricas durante el período 2018-2020. Esta investigación utilizó un análisis exploratorio, un análisis diferencial (entre los escenarios No COVID vs. COVID) y un análisis comparativo de estructuras de correlación. Los resultados mostraron que los puntajes en las Competencias Genéricas aumentaron significativamente durante el escenario COVID, lo que indica que estas competencias se fortalecieron. Tales mejoras podrían atribuirse a las estrategias diseñadas e implementadas por la Universidad de la Costa para hacer frente a la crisis por la pandemia, lo que demuestra que la crisis se puede superar con medidas correctas y oportunas.

Palabras clave: pandemia, calidad educativa, tecnologías de la comunicación, sistema educativo, competencias genéricas

Abstract

The COVID-19 pandemic has caused an unprecedented crisis in all socioeconomic areas, including education. Throughout the world, universities have been forced to shift their traditional teaching techniques towards implementing a variety of emergency remote teaching approaches. This thesis aims to determine the effect that the pandemic-driven remote education has had on the development of generic skills in Universidad de la Costa - CUC. This study's dataset comprised the generic skills scores during the 2018-2020 period. This research used an exploratory analysis, a differential analysis (between the No COVID vs. COVID scenarios), and a comparative correlation analysis. The results showed that the skill-wise scores increased significantly during the COVID scenario, indicating that the overall generic skills were strengthened. Such enhancements could be attributed to the strategies designed and implemented by Universidad de la costa to tackle the pandemic-driven crisis, demonstrating that the crisis can be overcome with correct and opportune measures.

Keywords: *Pandemic*, education quality, communication technologies, education system, generic Skills

Contenido

Lista de tablas y figuras.....	11
1. Introducción.....	13
1.1 Planteamiento del problema.....	13
1.2 Justificación.....	17
1.3 Objetivos.....	20
1.3.1 Objetivo general.....	20
1.3.2 Objetivos específicos.....	20
2. Estado del arte.....	21
3. Marco teórico.....	27
3.1 Competencias.....	27
3.1.1 Competencia Genérica:.....	28
3.2 Sistema de evaluación.....	31
3.3 Prueba estandarizada.....	31
3.4 Network.....	32
3.5 Análisis estadístico descriptivo.....	33
3.6 Análisis estadístico inferencial.....	33
3.7 Prueba de Shapiro-Wilk.....	34
3.8 Correlación.....	34
3.9 Coeficiente de correlación.....	34
3.10 Coeficiente de correlación de Pearson.....	35
3.11 Análisis diferencial.....	36
3.12 Prueba t de Welch.....	36
3.13 Prueba F de Fisher.....	36
3.14 Prueba de Jennrich.....	37
4. Materiales y métodos.....	38
4.1 Descripción de la población de estudio.....	38
4.2 Análisis estadístico.....	40
5. Resultados.....	41
5.1 Estrategias pedagógicas de la Universidad de la Costa para afrontar la pandemia.....	41
5.2 Análisis descriptivo univariado.....	42
5.3 Análisis diferencial.....	45
5.4 Análisis de correlación.....	47
6. Discusión.....	50
7. Conclusión y recomendaciones.....	53
8. Referencias.....	55

Anexos: código fuente, enlace de GitHub con los datos	61
---	----

Lista de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1 - Medias y desviación estándar de los puntajes obtenidos en la prueba de Competencias Genéricas discriminados por período.....	43
Tabla 2 - Medias y desviación estándar para los puntajes de la prueba de Competencia Genéricas discriminados por periodo y por competencia.	44
Tabla 3 - Comparación de la media y la desviación estándar de los escenarios No COVID frente a COVID.....	46

Figuras

Figura 1 - Diagramas de caja para los puntajes promedio de la prueba de Competencias Genéricas discriminado por período.	43
Figura 2 - Diagramas de caja para los puntajes de cada Competencia Genérica discriminado por períodos.....	45
Figura 3 - Estructura de correlación para el conjunto de datos No COVID. RC: Lectura Crítica, QR: Razonamiento Cuantitativo, CS: Competencias Ciudadanas, EP: Ingles, WC: comunicación Escrita.	47
Figura 4- Estructura de correlación para el conjunto de datos COVID. RC: Lectura Crítica, QR: Razonamiento Cuantitativo, CS: Competencias Ciudadanas, EP: Ingles, WC: comunicación Escrita.	48
Figura 5 - Redes de correlación: a) No COVID, b) COVID. RC: Lectura Crítica, QR: Razonamiento Cuantitativo, CS: Competencias Ciudadanas, EP: Ingles, WC: comunicación Escrita.	48

1. Introducción

1.1 Planteamiento del problema

La pandemia de COVID-19 ha sido un gran desafío para el normal funcionamiento de los sectores involucrados en los diversos aspectos de la vida social, política, laboral y económica (Espino-Díaz et al., 2020); y el sector educativo no es la excepción. Los efectos de la pandemia de COVID-19 en los sectores antes mencionados son incuantificables en su totalidad al estar aún sometidos en esta crisis. El mundo está siendo testigo de un colapso económico que impactará severamente en el bienestar de gran parte de su población en los próximos años (PNUD, 2020). Uno de los sectores más vulnerables a nivel mundial es el sector educativo, colocando en peligro el proceso de aprendizaje, la salud y el bienestar de niños, adolescentes y jóvenes, ya que las escuelas y universidades han sido cerradas o han pasado a clases remotas, y la recesión económica ha provocado mayores tasas de deserción (World Bank, 2020).

En los países en desarrollo, la situación se vuelve más compleja debido al gran número de familias que dependen de trabajos informales para obtener sus ingresos. La pérdida de empleo, la reducción de ingresos y los problemas de salud relacionados con COVID-19 limitan la capacidad de las familias para mantener a sus hijos dentro del sistema educativo (UNICEF, 2020). La recesión económica aumenta la probabilidad de deserción y amenaza la calidad de la oferta educativa (UNICEF, 2020).

La pandemia de COVID-19 ha brindado la oportunidad de trazar el camino hacia la introducción al aprendizaje digital (Dhawan, 2020). La "nueva normalidad" hace que la sociedad busque nuevas formas de vivir y trabajar, así como enfoques educativos

novedosos. De esta manera, entender el rol de todos los factores que inciden en la calidad de la educación ayudará a diseñar políticas integrales para mitigar la crisis en el corto plazo y tener las bases para mejorar la calidad y eficacia del sistema educativo en el mediano y largo plazo (PNUD, 2020). Además, uno de los principales desafíos que este nuevo modelo educativo plantea para los países en desarrollo es cerrar la brecha de desigualdad socioeconómica entre los estudiantes. Los más vulnerables se ven en desventaja para aprender a través de clases remotas, lo que podría aumentar aún más la desigualdad de aprendizaje.

Colombia es un país en desarrollo que viene trabajando en la promoción de nuevas políticas que garanticen la reducción de la pobreza y la desigualdad durante las últimas décadas. Sin embargo, durante la pandemia de COVID-19, la reducción de la pobreza ha llevado al aumento de una clase media frágil, compuesta por hogares con ingresos ligeramente por encima del umbral de pobreza (CEDE, 2020). Entre las estrategias para controlar la transmisión de COVID-19, el gobierno colombiano ha puesto en práctica políticas de emergencia basadas en la suspensión temporal de clases, cambiando hacia un enfoque de clases remota empleando tecnologías de la información y la comunicación (Zhang et al., 2020).

La desigualdad de aprendizaje en Colombia, es decir, la diferencia entre lo que los estudiantes deben haber aprendido y lo que han aprendido, retrata la desigualdad socioeconómica que genera oportunidades diferenciales para recibir una educación de buena calidad (PNUD, 2020). Por lo tanto, los educadores y estudiantes se encuentran bajo altos niveles de estrés. Investigaciones realizadas muestran que los educadores se ven desafiados por un cambio repentino en el enfoque de la enseñanza, sumado a la

limitación del contacto con los colegas para la planificación académica y pedagógica y la desigualdad en la conexión a Internet (PNUD, 2020; CSIF, 2020). Así mismo, los profesores deben realizar seguimiento a algunos problemas complejos que se presentan en los hogares de los estudiantes (PNUD, 2020; CSIF, 2020). Las Universidades y los profesores han realizado esfuerzos considerables para proponer e implementar estrategias de enseñanza y aprendizaje novedosas e innovadoras. Sin embargo, aproximadamente un año después de que comenzó el brote de COVID-19, el sector de la educación continúa luchando por ofrecer métodos de aprendizaje alternativos que garanticen la calidad de la educación (Pokhrel & Chhetri, 2021).

La transición de la educación tradicional presencial a la educación a distancia puede ser una experiencia percibida por profesores y estudiantes de manera diferente, ya que ambos se ven obligados a adaptarse a ella con pocas o ninguna alternativa disponible (Pokhrel & Chhetri, 2021). La generación de conocimiento sobre la calidad de la educación durante la pandemia permite proponer estrategias para compensar sus efectos adversos y brindar a los educadores y estudiantes ayudas para asimilar dicha transición.

Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto de la crisis global impulsada por la pandemia de COVID-19 en el desarrollo de competencias genéricas en estudiantes universitarios de Colombia. El estudio se enfoca específicamente en: *i*) analizar el estado actual de la educación en la Universidad de la Costa; y *ii*) determinar cuantitativamente el efecto que la educación a distancia ha tenido en el desarrollo de Competencias Genéricas en Universidad de la Costa.

Teniendo en cuenta lo anterior, surge la siguiente pregunta ¿Cuál es el impacto que ha tenido la pandemia de covid-19 en el desarrollo de Competencias Genéricas en estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Costa, utilizando herramientas de analítica de datos?

1.2 Justificación

El Ministerio de Educación Nacional Colombiano desde el año 2008 hasta la actualidad, ha emprendido acciones tendientes a la formulación de Competencias Genéricas, o transversales a todos los núcleos de formación en educación superior, que posibiliten un monitoreo de la calidad de la educación de este nivel en el país y que pueda constituirse en el elemento articulador de todos los niveles educativos: inicial, básica, media y superior. La apuesta por Competencias Genéricas que sean transversales a todos los niveles educativos y a los diferentes énfasis y programas de formación es una respuesta a las necesidades de la sociedad actual. El aprendizaje para toda la vida, la comprensión de contextos y situaciones que exige la toma de decisiones argumentada, las posibilidades de análisis y de crítica ante diversos enunciados, se han identificado como competencias que deben ser fuertemente desarrolladas ante el cambiante estado de las tecnologías de la información y la comunicación y el vertiginoso avance de los conocimientos sobre aquellos aspectos que demanda la sociedad de los futuros profesionales (UNICOSTA, 2020).

A partir de la Ley 1188, por medio de la cual se regula el registro calificado de los programas de educación superior, siendo este un referente para el desarrollo de las competencias en lo profesionales, teniendo en cuenta que establece las actividades para el fortalecimiento en el proceso formativo de los estudiantes.

Según el ICFES (2013), las Competencias Genéricas son transversales a todas las áreas de conocimiento y deben desarrollarse a través de circunstancias, las cuales son adaptables a cualquier contexto. Estas se encuentran presentes en todos los niveles de

formación y aumentan progresivamente su nivel de complejidad a medida que avanza el nivel de formación.

De acuerdo con el informe de Evaluación de Competencias Genéricas del Centro de Excelencia Docente, “la Universidad de la Costa materializa una reflexión en la que las competencias genéricas se constituyen en un referente de orden internacional que deben ser desarrolladas por todo ciudadano, con el fin de lograr una inserción en el sector laboral y productivo dentro del país” (CED, 2019). Teniendo en cuenta lo anterior, podemos decir que, para la Universidad de la Costa, es importante que sus estudiantes obtengan un buen desempeño en las competencias que son desarrolladas dentro de su proceso de formación, competencias que les sirve en su vida profesional y personal.

En aras de mejorar las Competencias Genéricas de los estudiantes, la Universidad de la Costa, a través de la Vicerrectoría Académica y del Centro de Excelencia Docente, ha implementado un nuevo sistema de evaluación, en el que su estrategia es evaluar a los estudiantes con una prueba semestral, la cual tiene una estructura similar a las preguntas realizadas en las pruebas Saber Pro, ésta prueba tienen el nombre de prueba de Competencias Genéricas; más comúnmente conocida con el nombre de la prueba del 10%. El objetivo es fortalecer en los estudiantes el desarrollo en la interpretación de las preguntas y el desarrollo en las Competencias Genéricas.

Actualmente, no se ha evaluado el desempeño que han tenido los estudiantes de la Universidad de la Costa, razón por la cual, a través de esta investigación, se busca realizar una medición que nos indique, a partir del análisis de los datos históricos, cuál

ha sido el avance de los estudiantes en el desarrollo de sus competencias antes y después del impacto de la pandemia del COVID-19.

En la investigación, se analizará el resultado de las pruebas de Competencias Genéricas en el periodo 2018-2020, con el fin de evidenciar si existe una mejora en los resultados desde la primera prueba hasta el año 2020. Por otra parte, el análisis usará dos poblaciones; una No-Covid y una Covid. Con el fin de identificar si hay una correlación entre los resultados y las estrategias implementadas por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Costa. Teniendo los datos anteriormente mencionados, podemos realizar un análisis, en el que se mide el impacto de las estrategias implementadas a lo largo del tiempo. Cabe aclarar que, dentro del proceso de evaluación de la Universidad de la Costa, se ha implementado otra estrategia, asignaturas focalizadas, con el fin de desarrollar desde el primer semestre Competencias Genéricas y Específicas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Implementar herramientas de analítica de datos para determinar el impacto de la crisis derivada de la pandemia de COVID-19 en el desarrollo de Competencias Genéricas en estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Costa.

1.3.2 Objetivos específicos.

- ✓ Caracterizar las estrategias institucionales y curriculares implementadas durante el periodo 2018-2020, orientadas a mejorar los resultados en las Competencias Genéricas en estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Costa.
- ✓ Analizar descriptivamente los puntajes obtenidos en la prueba de Competencias Genéricas en estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Costa.
- ✓ Emplear análisis estadístico diferencial y de correlación para comparar el desempeño de los estudiantes en la prueba de Competencias Genéricas antes y después del brote de COVID-19 en Colombia.

2. Estado del arte

La situación relacionada con la pandemia de COVID-19 ha mostrado la inequidad mundial con respecto a la infraestructura tecnológica de las universidades. Las universidades que se habían inclinado hacia la virtualización antes de la pandemia mostraron una buena respuesta adaptándose al cambio repentino e inesperado. Por otro lado, aquellas universidades con poca o ninguna experiencia con la virtualización han enfrentado dificultades para migrar a plataformas digitales y continuar el proceso de aprendizaje (BID, 2020; Tang et al., 2021).

Langegård et al., (2021) realizaron una encuesta en la Universidad de Gothenburg para caracterizar y evaluar la experiencia de los estudiantes de enfermería con respecto al uso de herramientas y plataformas digitales. Los resultados sugirieron que sólo un tercio (1/3) de la población encuestada prefirió la educación remota con herramientas digitales. La transición impulsada por la pandemia a la educación remota privó a los estudiantes de las interacciones sociales propias del proceso de aprendizaje, interrumpiendo el intercambio de ideas y disminuyendo la motivación. Por el contrario, algunos de los estudiantes encuestados sugirieron que un enfoque de aprendizaje híbrido aprovecharía los beneficios del uso de plataformas digitales mientras se mantiene un nivel razonable de interacción social. Por otro lado, un estudio realizado por la Facultad de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid (España) mostró un aumento en el rendimiento de los estudiantes al pasar al aprendizaje a distancia, ya que se desplegaron importantes esfuerzos de planificación y organización. Estos resultados apoyan la idea de que los factores organizacionales pueden contribuir a implementar con éxito el aprendizaje a distancia (Iglesias-Pradas et al., 2021).

Aunque existe una parte significativa de conocimiento sobre la virtualización de la educación y el aprendizaje en línea, hasta la fecha no existen estándares para la preparación que deben tener los estudiantes al participar en la educación en línea en tiempo real (Mogus et al., 2012; Paul & Jefferson, 2019). Tang et al., (2021), realizaron un estudio en el que incluyeron a estudiantes de tres Instituciones académicas superiores en Hong Kong: la Universidad Politécnica de Hong Kong, la Universidad Hang Seng y la Facultad de Educación Profesional y Continua de la Universidad Politécnica de Hong Kong). En esta investigación evaluaron los factores que influyen en la motivación de los estudiantes para aprender, la preparación en el aprendizaje y la autosuficiencia participando en el proceso educativo durante el brote de COVID-19, considerando el género y el nivel académico, es decir, pregrado o posgrado. Sus principales hallazgos sugirieron que la preparación para el aprendizaje en línea fue significativamente diferente al comparar los programas de pregrado y posgrado. Por otro lado, el estudio mostró que los educadores jugaron un papel importante en la implementación y el diseño de las clases en línea, con el objetivo de motivar a los estudiantes a través de actividades más dinámicas e inmersivas.

Roman & Plopeanu (2021) llevaron a cabo otro estudio, en Rumania, para identificar los factores determinantes para un aprendizaje en línea efectivo al enfrentar la pandemia de COVID-19 y determinar qué enfoque de aprendizaje (en persona, en línea o híbrido) era el preferido por los estudiantes. El estudio se realizó con una población objetivo de 1415 estudiantes de 5 facultades de economía, y se evaluaron las siguientes variables: depresión, ansiedad, preocupación, falta de esperanza, irritabilidad, estrés y soledad. Además, propusieron un indicador de angustia psicológica. Para ello, utilizaron un modelo de regresión logit ordinal bivariado que les permitiera predecir el indicador propuesto utilizando las variables antes mencionadas como covariables. El modelo reveló que la pandemia tuvo un

efecto negativo en la eficacia del aprendizaje de los estudiantes, ya que se sienten constantemente bajo presión y estrés. Además, el estudio concluyó que los estudiantes con frecuencia tienen acceso limitado a Internet, conflictos familiares y espacios de trabajo inapropiados, y los estudiantes varones exhibieron una menor probabilidad de adaptarse eficazmente al aprendizaje en línea.

Instituciones de Educación Superior (IES) de América Latina y el Caribe han trabajado en conjunto para definir medidas y estándares para mitigar el impacto del virus y asegurar la autonomía de las universidades, incluida la suspensión temporal de clases. Casi todas las IES han reportado que sus profesores realizan sus clases de forma remota utilizando plataformas tecnológicas, y algunas de ellas carecen de estrategias efectivas de aprendizaje remoto dirigidas a Instituciones con poca o ninguna experiencia previa con este enfoque de trabajo (UNESCO, 2020). Por ejemplo, a través del Consejo Nacional Interuniversitario, Argentina decretó la suspensión de las clases presenciales, lanzó campañas de prevención del COVID-19 y creó una comisión especial integrada por varias universidades. A través de su sitio web, la comisión ofreció recursos para proporcionar a las universidades procedimientos y materiales para un aprendizaje remoto adecuado. Además, la comisión ofreció ayudas técnicas a los no expertos en herramientas de comunicación digital, incluidos tutoriales e instrucciones paso a paso para comenzar y utilizar las herramientas disponibles en Internet (UNESCO, 2020). En Brasil, la Asociación Nacional de Educación Superior Federal publicó un documento con lineamientos y medidas para prevenir la infección por COVID-19, incluida la transición a clases remotas e híbridas (UNESCO, 2020). En Chile, a través del Consejo de Rectores Universitarios de Chile, 30 universidades emitieron en conjunto una serie de medidas para dar continuidad a los procesos de aprendizaje, enfocándose en atender

las necesidades de conectividad de aquellos estudiantes que carecen de un adecuado acceso a internet (UNESCO, 2020).

A principios de 2020, la modalidad magistral en las universidades colombianas fue predominante en la clase presencial, que comprende el 85% de los cursos ofertados a nivel nacional (EDUCABASE, 2020). Sin embargo, la pandemia de COVID-19 llevó a una declaración de alerta de salud pública en el país, lo que hizo que todas las universidades cambiaran a clases remotas en línea durante un período considerable. Un cambio tan repentino obligó a las universidades a modificar los métodos educativos y adaptar sus recursos a la nueva realidad.

Según Iglesias-Pradas et al., (2021), en la actualidad, los enfoques de aprendizaje en las universidades colombianas se encuentran en uno de los siguientes tres grupos: *i*) clases presenciales manteniendo el distanciamiento social, *ii*) enfoques híbridos que combinan clases presenciales y a distancia (alternancia), y *iii*) a distancia, solo clases en línea. La transición de las clases presenciales a las clases híbridas o remotas se gestiona siguiendo instrucciones cuidadosamente planificadas. En la mayoría de los casos, dicha transición requiere la ayuda de expertos en educación, ya que este proceso debe considerar los recursos humanos, técnicos, financieros e intelectuales. Para que un curso se adapte y se ofrezca en línea, la planificación, preparación y desarrollo pueden tardar entre 6 y 9 meses (Hodges et al., 2020; Iglesias-Pradas et al., 2021). Sin embargo, no se tiene suficiente información sobre cómo implementar rápidamente estas transiciones repentinas y sus posibles efectos en la calidad de la educación. Así, esta transición repentina significa aventurarse en terreno desconocido (Iglesias-Pradas et al., 2021). Algunos expertos han argumentado que el enfoque educativo ofrecido debido a la transición impulsada por la pandemia de COVID-19 a clases

en espacios digitales no se puede etiquetar como "aprendizaje en línea". En cambio, se ha introducido un nuevo concepto para definir el enfoque educativo actual, y se ha denominado “enseñanza remota de emergencia” (Hodges et al., 2020; Milman, 2020; Rapanta et al., 2020; UoPeople, 2020). La principal diferencia entre la educación en línea y la enseñanza remota de emergencia es que el aprendizaje en línea es el resultado de cursos en línea cuidadosamente diseñados y planificados, que se basan en un conjunto completo de ayudas y herramientas para los estudiantes contruidos con antelación. La enseñanza remota de emergencia, por otro lado, surge como una respuesta a una crisis, lo que obliga a los educadores (y trabajadores del sector educativo) a crear y proporcionar a los estudiantes instrucciones y materiales de aprendizaje que de otro modo se habrían utilizado para clases presenciales o híbridas, y que no se diseñaron y planificaron cuidadosamente para el aprendizaje en línea (Hodges et al., 2020).

A través de la Asociación de Universidades Colombianas, también conocida como ASCUN, Colombia emitió un boletín con recomendaciones para adoptar medidas de contención contra el COVID-19 dentro de las IES, incluida la creación de un comité para rastrear la evolución de la pandemia del COVID- 19, una serie de seminarios web para instruir a los estudiantes y a los educadores y el personal de las universidades, y recomendaciones sobre las direcciones de trabajo. Entre las estrategias impulsadas por ASCUN, hubo una serie de webinars denominados “Diálogos interuniversitarios entre ejecutivos y líderes de gestión en educación superior: avances y desafíos en estrategias de apoyo virtual a la atención presencial por la emergencia de Coronavirus en IES”, con el fin de fomentar un uso oportuno y adecuado de las herramientas tecnológicas y pedagógicas para enfrentar la situación, considerando que no todas las IES cuentan con la misma infraestructura (ASCUN, 2020).

Las IES colombianas con programas presenciales debían dar continuidad al desarrollo de actividades académicas apoyadas en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) (MinEducación, 2020). Por lo tanto, las instituciones se vieron obligadas a ajustar sus planes de asignatura, proponer nuevas estrategias de trabajo colaborativo en línea y desarrollar actividades para fortalecer las competencias de los estudiantes y fomentar su formación integral (MinEducación, 2020). Por otro lado, se han implementado políticas gubernamentales para asegurar la continuidad educativa. Estas políticas han incluido: *i*) difusión de conferencias para llegar a la población más vulnerable utilizando diferentes medios (por ejemplo, televisión, radio, redes sociales, entre otros); *ii*) enfoques de autoaprendizaje supervisado; *iii*) aprendizaje robusto, es decir, abordar metas pequeñas y progresivas y proporcionar a los estudiantes retroalimentación en tiempo real; *iv*) planificación y creatividad, es decir, utilizar métodos de enseñanza creativos como estrategia de aprendizaje para el alumno; y *v*) tutoría individualizada en línea (Quintero, 2020). Dichas estrategias apuntan a promover el desarrollo en el sistema educativo, a través del uso adecuado de las herramientas tecnológicas y metodologías pedagógicas, dando seguimiento a los estudiantes y siendo flexibles para incentivar a los estudiantes a permanecer comprometidos en el proceso (Quintero, 2020).

3. Marco teórico

En esta sección se aborda la definición de conceptos que serán usados a lo largo del documento y que son importantes para la investigación asociada a esta disertación. Los conceptos que se definen son: *i)* Competencias (incluyendo las genéricas y específicas); *ii)* Network; *iii)* Análisis estadístico descriptivo; *iv)* Análisis estadístico inferencial; *v)* Análisis diferencial.

3.1 Competencias

Actualmente, los profesionales se deben enfrentar a diversos retos en áreas complejas, lo que demanda competencias clave que se requieren desarrollar en los mismos.

Se puede decir que una competencia va más allá del conocimiento, ésta se encuentra relacionada con las habilidades que tienen las personas en un determinado tema. Esta habilidad trae consigo destreza y actitud de las personas. Por ejemplo, la comunicación es una competencia que puede apoyarse en conocimiento del lenguaje, en la destreza de la práctica en tecnología y la información; y actitud con las personas que se están comunicando (OCDE, 2006, p. 3).

Para la Universidad de la Costa, las Competencias son el conjunto articulado de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores que hacen posible comprender y analizar problemas o situaciones y actuar coherente y eficazmente, individual o colectivamente, en determinados contextos (UNICOSTA, 2020, p. 6).

Las competencias nos ayudan a usar herramientas de forma interactiva, actuar de forma autónoma e interactuar con otros grupos.

En un mundo globalizado como el actual, se requiere el dominio de diferentes temas, uso de nuevas tecnologías, dominio de información disponible en las diferentes bases de dato y la capacidad de afrontar desafíos económicos, financieros, sostenibles, entre otros. Teniendo en cuenta lo anterior, es indispensable mejorar las habilidades y destrezas con el fin de alcanzar las metas y proyecciones que se tienen en el contexto laboral.

Dentro de las competencias se encuentran dos grupos: **Competencias Genéricas** y **Competencias Específicas**.

3.1.1 Competencia Genérica:

Las competencias genéricas “son conjuntos de comportamientos, conocimientos, actitudes, habilidades y valores que resultan indispensables para el desempeño social, laboral y cívico de todo ciudadano, independientemente de su oficio o formación.

Para pregrado, se constituyen como eje curricular transversal “de y entre” los ciclos de formación” (UNICOSTA, 2020, p. 7).

Teniendo en cuenta las competencias del proyecto Tuning y en línea con lo establecido por el ICFES, la Corporación Universidad de la Costa crea una definición de las Competencias Genéricas, para lo que realiza una matriz de relación en la que involucra no sólo las mencionadas anteriormente sino también las Competencias

Investigativas, las Competencias Gerenciales, las Competencias Globales, las Competencias Interculturales y las Competencias digitales (UNICOSTA, 2020, p. 34).

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (MEN), las Competencias Genéricas son las habilidades que garantizarán la preparación que tienen los graduados para las exigencias del mercado laboral. Éstas son:

1. Razonamiento cuantitativo.
2. Lectura crítica.
3. comunicación escrita.
4. Competencias ciudadanas.
5. Inglés.

Como resultado de la matriz realizada por la Universidad de la Costa, en la que relacionan las diferentes competencias establecidas por el MEN, las Competencias Investigativas, las Competencias Gerenciales, las Competencias Globales, las Competencias Interculturales y las Competencias Digitales, con el fin de ser comparadas y analizadas, se puede decir que las competencias Genéricas asumidas por la Universidad son:

1. Razonamiento cuantitativo.
2. Lectura crítica.
3. Comunicación escrita.
4. Competencia ciudadana.
5. Inglés.
6. Orientación al servicio.

7. Resolución de problemas.
8. Comunicación oral.
9. Inteligencia emocional.
10. Flexibilidad cognitiva.
11. Analítica de datos.

Se tomarán las competencias establecidas por el MEN para dar una definición con base en lo establecido en la Universidad de la Costa.

Razonamiento cuantitativo: Es aquella competencia relativa a situaciones que involucren información cuantitativa u objetos matemáticos representados a través de gráficas y tablas, evaluada mediante la interpretación, la representación, la formulación, la ejecución y la argumentación.

Lectura crítica: Es aquella competencia en la que se evalúa la perspectiva crítica sobre la lectura a partir del desarrollo del pensamiento y el análisis estructural de las diferentes tipologías textuales.

Comunicación Escrita: Es aquella competencia que se evalúa a partir de la producción de textos que den respuesta a una tipología (argumentativa, informativa, narrativa, expositiva) y expresen de forma clara y explícita un punto de vista o análisis de una situación determinada, demandando de quien escribe la responsabilidad y asertividad de lo comunicado.

Competencia Ciudadana: Es aquella competencia en la que se evalúa la participación en la búsqueda de soluciones a problemas sociales que contribuyan al bienestar de la comunidad y la consolidación del Estado Social de Derecho; a partir del análisis del entorno social y político y del reconocimiento de derechos y obligaciones.

Inglés: Evalúa la Comprensión, expresión e interpretación de pensamientos, sentimientos, hechos y opiniones tanto de forma oral como escrita en inglés; desde diferentes contextos sociales y culturales.

Cabe anotar que para la investigación se tuvieron en cuenta las Competencias Genéricas establecidas por el MEN, las cuales eran las que tenía establecidas inicialmente la Universidad de la Costa.

3.2 Sistema de evaluación

Es el lineamiento que tiene una institución, por medio del cual se realiza un seguimiento y una valoración al proceso de enseñanza y el aprendizaje en las aulas de clase. Dentro de los lineamientos se tienen los criterios para realizar una evaluación, instrumento a usar tanto en la evaluación como en el seguimiento, valoración, niveles de aprendizaje y requisitos para la promoción institucional.

3.3 Prueba estandarizada

Es un proceso evaluativo que usan las instituciones con el fin de generar indicadores de medición, los cuales permiten verificar el desempeño de los estudiantes frente a otros

estudiantes, pueden ser a nivel institucional, local, nacional e internacional. Estas mediciones sirven como referencia en la toma de decisiones en el plantel educativo y su sistema académico (Amaro, Gertrudes, 2020).

En Colombia existen diferentes pruebas estandarizadas, como lo son: SABER, SABER PRO, PISA, SERCE, entre otras. Estas pruebas son usadas para “determinar los cambios en la calidad y los resultados, llamar la atención hacia los aspectos que se han de mejorar, examinar las repercusiones de los esfuerzos realizados por el sistema, desarrollar labores en relación con otros países o entidades políticas y catalizar nuevas ideas” (Amaro, 2002. p. 316).

3.4 Network

Los networks o redes son representaciones gráficas de las relaciones de los elementos que se encuentran interconectados en un sistema, los cuales, a través de diferentes métricas, ayudan a entender cuáles son las interacciones entre los elementos que conforman al sistema, a generar inferencias y establecer comportamientos entre ellos. Las redes se utilizan para representar y modelar sistemas de distintas naturalezas en diferentes áreas científico-técnicas, tales como: *i)* redes de comunicación e información; *ii)* modelos demográficos; *iii)* modelos epidemiológicos; *iv)* algoritmos de detección y diagnóstico de fallas en procesos industriales, entre otros.

3.5 Análisis estadístico descriptivo

Se hace con el fin de describir las características más importantes de un grupo de datos recopilados. Los métodos descriptivos usados implican el cálculo de medidas de centralidad y dispersión que describan el conjunto de datos estudiado. Dentro de las medidas de centralidad se encuentran la media, mediana y cuartiles. Por otra parte, se encuentran dentro de las medidas de dispersión la varianza, la desviación y error estándar. Para visualizar los resultados del análisis descriptivo se construyen gráficas como histogramas, diagramas de caja y gráficas de puntos.

3.6 Análisis estadístico inferencial

Es el conjunto de métodos y técnicas que permiten inducir, a partir de la información empírica proporcionada por una muestra, cuál es el comportamiento de una determinada población con un riesgo de error medible en términos de probabilidad. Teniendo en cuenta lo anterior, se hace una comparación de los datos y se llega a una conclusión concreta. Además, este análisis puede buscar una medida estadística en la relación entre las variables, para ello se pueden emplear métricas como la correlación y modelos como los de regresión.

3.7 Prueba de Shapiro-Wilk

Es una prueba de normalidad que se usa para determinar si la distribución de datos es normal o no y se usa cuando el grado de libertad es menor a 50. En esta prueba las hipótesis (nula y alternativa) a probar son:

H₀: La variable sigue una distribución normal.

H₁: La variable sigue una distribución que no es normal.

3.8 Correlación

Es una medida de la relación que tienen dos variables, en la que se muestra la fuerza y la dirección que tienen linealmente. Además, indica cuál es la proporcionalidad que existe entre dos variables. Cuando los valores de una variable cuantitativa son sistemáticamente dependientes de los de otra, se dice que se encuentran en correlación, es decir, que una variable me muestra el comportamiento de la otra, ya sea de forma creciente o decreciente (Máxima Formación, 2020).

3.9 Coeficiente de correlación

Medida numérica que cuantifica la relación lineal entre dos variables cuantitativas. El coeficiente de correlación se define de la siguiente manera:

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}S_{yy}}}$$

Ecuación 1 Coeficiente de Correlación.

Donde S_{xy} corresponde a la covarianza, $S_{xx}S_{yy}$ corresponde a la desviación estándar de x multiplicada por la desviación estándar de y .

El coeficiente r puede tomar valores en un rango desde -1 hasta 1. Cuando tiene un valor de -1 se puede decir que tienen una asociación lineal perfecta negativa, cuando tome el valor de 0 se puede decir que no hay asociación lineal o la relación entre las variables es nula y cuando tome el valor de 1 se puede decir que hay una asociación lineal perfecta positiva. Se debe tener en cuenta que este coeficiente de correlación mide únicamente la relación lineal que puede existir entre dos variables, ignorando interacciones de orden superior.

3.10 Coeficiente de correlación de Pearson

Este coeficiente mide el grado de relación entre dos variables cuantitativas, que sean catalogadas como normales y dado que se tienen al menos 30 observaciones.

La fórmula del coeficiente de correlación de Pearson es:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Ecuación 2 coeficiente de correlación de Pearson.

3.11 Análisis diferencial

El análisis diferencial es un abordaje ampliamente usado para la identificación de atributos que han cambiado significativamente cuando se comparan dos (o más) conjuntos de datos obtenidos bajo diferentes escenarios o condiciones.

3.12 Prueba t de Welch

Es una prueba estadística que se utiliza para comparar las medias de dos poblaciones cuyas varianzas y/o tamaños (i.e., número de muestras) son diferentes. La prueba t de Welch evalúa la hipótesis nula de que las medias poblacionales son iguales, mientras que la hipótesis alternativa es que son diferentes. La prueba t de Welch es una generalización de la prueba t de Student. Tiene como supuesto que ambas poblaciones siguen una distribución normal, por lo que una prueba de normalidad (e.g., la de Shapiro-Wilk) debe preceder a la aplicación de la prueba t de Welch (Rochon, Gondan & Kieser, 2012).

3.13 Prueba F de Fisher

Se emplea para comprobar si dos muestras provienen de poblaciones con varianzas iguales (Fisher, 1954). Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que esta prueba ayuda a determinar si una población tiene mayor variación que otra. Esta prueba se usa para variables cuantitativas.

Para realizar este tipo de prueba se debe tener en cuenta que las muestras deben ser independientes, deben venir de un muestreo aleatorio, el tamaño de la muestra debe ser

menos al 10% de la población, cada observación debe contribuir a uno de los niveles y las frecuencias totales de las columnas y filas deben ser fijas.

Las hipótesis de esta prueba son:

i) Hipótesis nula: las variables son independientes, es decir, una variable no se ve afectada por el cambio de otra.

ii) Hipótesis alternativa: establece lo contrario a la hipótesis nula, es decir que las variables son dependientes y una cambia a medida que cambie la otra. Esta prueba también es conocida como la prueba de significancia del modelo de regresión lineal simple, ya que prueba la hipótesis nula $H_0: \beta = 0$ contra $H_a: \beta_1 \neq 0$.

3.14 Prueba de Jennrich

Se deriva de una generalización de la prueba χ^2 asintótica para la igualdad de dos matrices de correlación (Jennrich, 1970). Lleva a cabo una representación simple de la inversa de la matriz de covarianza asintótica de una matriz de correlación muestral. El estadístico de prueba tiene la forma de un estadístico de teoría normal estándar para probar la igualdad de dos matrices de covarianza o correlación con un término de corrección agregado.

4. Materiales y métodos

En el presente capítulo se realizará una descripción de la población de estudio, por medio del cual se describe la prueba de competencias genéricas y el número de observaciones. Por otra parte, se mostrará el análisis estadístico realizado a los datos recopilados para la investigación.

4.1 Descripción de la población de estudio

La Universidad de la Costa, con el objetivo de mejorar las Competencias Genéricas de sus estudiantes, ha implementado un novedoso sistema de evaluación en el que los estudiantes toman una prueba semestral conocida como la "Prueba de Competencias Genéricas" (Silva Ortega et al., 2014). La prueba presenta una estructura de cuestionario similar a la implementada por el Instituto Colombiano de Promoción de la Educación Superior, también conocido como ICFES, en la prueba estandarizada para estudiantes de pregrado (Saber Pro) (ICFES, 2017). La Universidad de la Costa materializó la prueba de Competencias Genéricas tomando como referencia el Proyecto Tuning (Pálvölgyi, 2017). La Prueba de Competencias Genéricas evalúa las siguientes Competencias: Lectura Crítica (RC, por sus siglas en inglés), Razonamiento Cuantitativo (QR, por sus siglas en inglés), Competencias Ciudadanas (CS, por sus siglas en inglés), Suficiencia en Inglés (EP, por sus siglas en inglés) y Comunicación Escrita (WC, por sus siglas en inglés), según lo señalado por el Instituto Colombiano de Promoción. de Educación Superior (ICFES) (ICFES, 2017). La Universidad de la Costa (CUC) considera que todos los ciudadanos deben desarrollar las Competencias Genéricas mencionadas para fomentar sus perspectivas de empleo y participación en el sector productivo. La Prueba de Competencias Genéricas, fue diseñada e implementada antes del brote de COVID-19 en

Colombia, pero ha servido como un instrumento para medir el desempeño de los estudiantes antes y después de esta crisis.

Cada una de las competencias mencionadas anteriormente se evalúa con una escala de 0 a 5, donde 0 es la puntuación más baja y 5 es la máxima. Finalmente, se calcula un puntaje promedio con una media aritmética simple de todos los puntajes de competencias.

Además de la Prueba de Competencias Genéricas a nivel institucional, la Facultad de Ingeniería desarrolló estrategias a nivel curricular, entre las que se pueden mencionar las siguientes: *i)* Para CS, RC y WC, propusieron leer artículos y libros (semestralmente), escribir ensayos, talleres e infografías; *ii)* Para QR propusieron actividades relacionadas con la interpretación gráfica y talleres de interpretación de problemas numéricos; y *iii)* para EP, propusieron actividades para estimular la escritura de textos (en inglés) a partir de la lectura previa de artículos, manuales, glosarios y otros materiales de lectura. Además, los estudiantes preparan informes y presentaciones de diapositivas, asisten a clubes de lectura y hay una Semana de Inmersión en la Cultura Inglesa, que ofrece un conjunto diverso de actividades en inglés. Todas estas estrategias se desarrollaron tradicionalmente en las aulas o auditorios. Sin embargo, dado que el brote de COVID-19 tuvo lugar a principios del período 2020-I, las estrategias cambiaron a un enfoque remoto utilizando la plataforma Moodle (<https://moodle.org>), que también admite las asignaciones y, para alguna extensión, las pruebas y conferencias en línea.

El conjunto de datos utilizado para este estudio, $X \in \mathbb{R}^{29346 \times 6}$, comprendió 29346 observaciones de seis variables continuas, correspondientes a los resultados de los

puntajes de cada Competencia Genérica (RC, QR, CS, EP y WC) y la puntuación media, respectivamente. Además, el conjunto de datos incluía metadatos sobre los períodos de aplicación de la prueba, los programas académicos a los que pertenecen los estudiantes y las identificaciones de los estudiantes.

4.2 Análisis estadístico

Con los datos recopilados de la Prueba de Competencias Genéricas para el período 2018-2020 se realizó un análisis exploratorio utilizando los siguientes estadísticos descriptivos univariados: medias, desviaciones estándar, valores mínimos y máximos, medianas y cuartiles.

Como el brote de COVID-19 tuvo lugar durante el primer semestre de 2020, se dividieron los datos en dos conjuntos de datos: Sin COVID (2018-I a 2019-II) y COVID (2020-I, 2020-II), respectivamente. Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk (Rochon, Gondan & Kieser, 2012) para evaluar la normalidad. Luego, se realizó un análisis diferencial univariado para comparar las medias de competencias y las desviaciones estándar, utilizando la prueba t de dos muestras de Welch (Rochon, Gondan & Kieser, 2012) y la prueba F (Fisher, 1954), respectivamente. Además, se calculó la estructura de correlación para los conjuntos de datos No COVID y COVID y se presentaron estos resultados gráficamente. Además, se construyeron redes de correlación ponderadas no dirigidas con el fin de proporcionar una herramienta para comparar cualitativamente y con mayor facilidad las estructuras de correlación. Finalmente, se compararon cuantitativamente las estructuras de correlación con la prueba de Jennrich (Jennrich, 1970). Todos los análisis se realizaron en el software R (R Core Team, 2019).

5 Resultados

5.1 Estrategias pedagógicas de la Universidad de la Costa para afrontar la pandemia

A partir del 16 de marzo de 2020, cumpliendo con las recomendaciones emitidas por el Ministerio de Salud de Colombia (Circular No. 21 de 2020) para prevenir la propagación del COVID-19 en el país, la Universidad de la Costa pasó al aprendizaje remoto utilizando plataformas como Moodle, Microsoft Teams y Outlook. La transición fue inmediata y las clases continuaron a medida que la planificación del esquema de aprendizaje remoto sincrónico se iba desarrollando rápidamente (en paralelo) durante la semana del 16 de marzo, es decir, la primera semana bajo el aprendizaje sólo remoto. Para enfrentar esta transición repentina, la Universidad tuvo que pasar por un proceso de transformación de digitalización y creación de grandes cantidades de materiales de clase, por ejemplo, Objetos de Aprendizaje Virtuales (OVA), infografías, presentaciones creativas y conferencias virtualizadas. Las herramientas tecnológicas que ayudaron en el proceso incluyeron Moodle, Microsoft Teams, Camtasia y software de simulación (por ejemplo, Arena, Matlab y Simulink, R y Python). Además, con el consentimiento informado de los estudiantes y profesores, todas las conferencias sincrónicas se graban para su uso posterior por los estudiantes con problemas de conectividad.

Por otro lado, la Universidad de la Costa capacitó simultáneamente a sus profesores en temas de virtualización. Los profesores han intensificado la atención a los estudiantes, apoyándolos con una atención rápida en línea para resolver dudas y brindarles clases sincrónicas con grabaciones. Trabajando bajo este nuevo paradigma, la Universidad y los profesores han encontrado herramientas tecnológicas de gran ayuda para el proceso de aprendizaje, como los llamados tableros colaborativos, Canva, Jamboard y Forms.

Las restricciones impuestas por el Ministerio de Salud de Colombia se han flexibilizado, implementando temporalmente un enfoque híbrido (que combina clases remotas y presenciales). Este nuevo enfoque ha ido y venido respondiendo de acuerdo con la dinámica y evolución de la pandemia. Sin embargo, a la fecha, la educación sigue siendo mayoritariamente remota. Las estrategias descritas en esta sección han sido de gran ayuda para que los profesores realicen seguimiento a los estudiantes, los mantengan motivados para asistir a las clases sincrónicas y fortalezcan sus Competencias Genéricas. Cabe mencionar que la Universidad de la Costa tiene antecedentes sobre el enfoque de aprendizaje virtual antes de la pandemia de COVID-19, ya que ofrecía asignaturas virtuales desde el año 2018. Este conocimiento previo ciertamente alivió la transición a los enfoques de aprendizaje remoto e híbrido, bajo el cual la Universidad de la Costa y todas las demás universidades de Colombia están trabajando actualmente.

5.2 Análisis descriptivo univariado

Esta sección presenta los resultados del análisis estadístico descriptivo univariado realizado sobre los datos de la Prueba de Competencias Genéricas, discriminando por período y Competencias Genéricas.

En la Tabla 1 se resumen los resultados para las medias y las desviaciones estándar.

Tabla 1

Medias y desviación estándar de los puntajes obtenidos en la prueba de Competencias Genéricas discriminados por período.

Estadístico	Período					
	2018-I	2018-II	2019-I	2019-II	2020-I	2020-II
Media	2.323	2.619	2.311	2.579	3.457	3.202
Desviación Estándar	0.495	0.545	0.472	0.561	0.449	0.654
Elaboración propia						

La Figura 1 resume, gráficamente a través de diagramas de caja, los valores mínimos y máximos, medianas y cuartiles para los puntajes promedio para cada período.

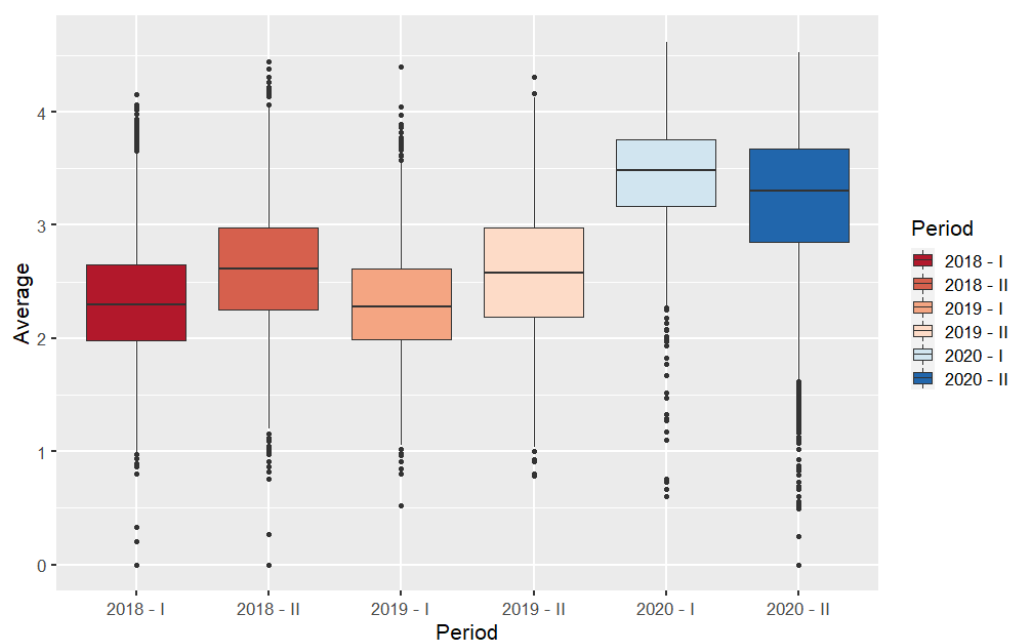


Figura 1 Diagramas de caja para los puntajes promedio de la prueba de Competencias Genéricas discriminado por período. *Fuente* propia.

Se calcularon las mismas estadísticas descriptivas univariadas, por período, para cada Competencia Genérica. En la Tabla 2 se resumen la desviación estándar y las medias para cada competencia y período, mientras que en la Figura 2 se resume, gráficamente a

través de diagramas de caja, los valores mínimos y máximos, medianas y cuartiles para cada competencia y cada período.

Tabla 2

Medias y desviación estándar para los puntajes de la prueba de Competencia Genéricas discriminados por periodo y por competencia.

RC: Lectura Crítica, QR: Razonamiento Cuantitativo, CS: Competencias Ciudadanas, EP: Ingles, WC: comunicación Escrita.

COMPETENCIA	Estadístico	Periodo					
		2018-I	2018-II	2019-I	2019-II	2020-I	2020-II
RC	Media	2.626	2.563	1.825	2.656	3.405	2.646
	Desviación	0.697	0.748	0.703	0.788	0.459	1.001
	Estándar						
QR	Media	2.428	2.216	2.689	2.462	3.548	2.988
	Desviación	0.798	0.765	0.908	0.825	0.487	0.864
	Estándar						
CS	Media	2.464	2.832	2.238	2.351	3.591	3.638
	Desviación	0.806	0.987	0.773	0.790	0.556	0.857
	Estándar						
EP	Media	2.300	2.393	2.049	2.615	3.531	3.439
	Desviación	0.759	0.845	0.808	0.892	0.607	0.842
	Estándar						
WC	Media	1.794	3.093	2.751	2.811	3.208	3.300
	Desviación	1.049	1.294	0.921	1.508	1.425	1.368
	Estándar						

Elaboración propia.

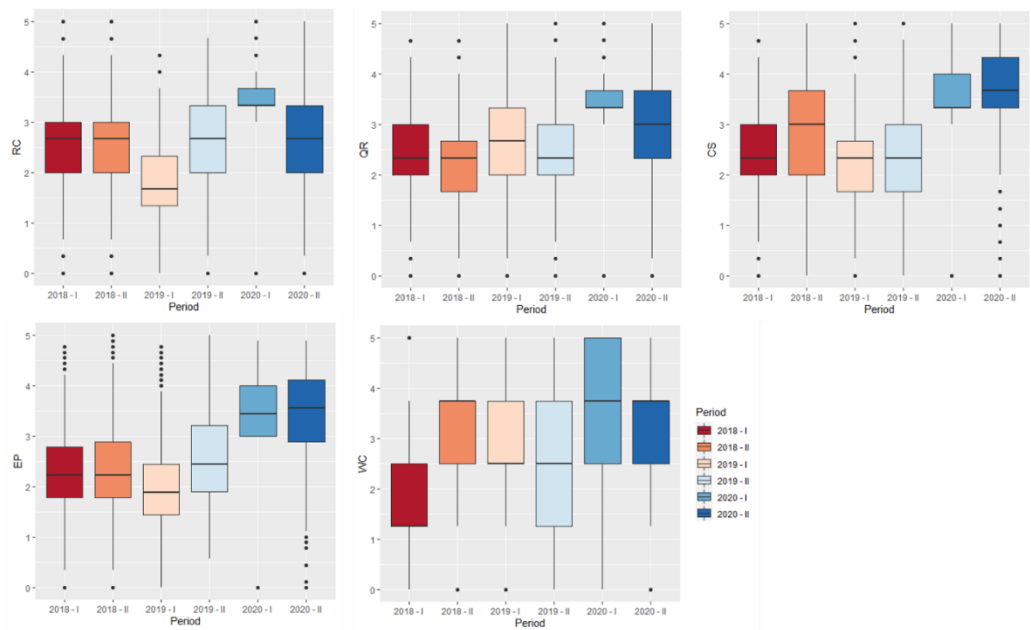


Figura 2 Diagramas de caja para los puntajes de cada Competencia Genérica discriminado por períodos.

Una vez realizado este análisis exploratorio, se pudo observar que los puntajes (por promedio y por competencia) durante el año 2020 aumentaron en comparación con lo observado durante el período 2018-2019. Por lo tanto, en la siguiente subsección, el conjunto de datos se dividió en dos conjuntos de datos, correspondientes a los resultados de la prueba antes y después del brote de COVID-19 en Colombia, para ser analizados con mayor detalle.

5.3 Análisis diferencial

En esta subsección, se presenta el análisis diferencial univariado para comparar los resultados de los puntajes de la Prueba de Competencias Genéricas antes y después del brote de COVID-19 en Colombia. Primero, se dividen los datos en dos conjuntos:

$X_{No_COVID} \in \mathbb{R}^{20393 \times 6}$ y $X_{COVID} \in \mathbb{R}^{8953 \times 6}$, correspondientes a los escenarios de No COVID (2018-I a 2019-II) y COVID (2020-I, 2020-II), respectivamente. La normalidad

se probó (variable por variable) con la prueba de Shapiro-Wilk, y no se encontró rechazo de la hipótesis nula (es decir, los datos se distribuyen normalmente). Los resultados de la comparación (No COVID vs. COVID) de la media y la desviación estándar se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3

Comparación de la media y la desviación estándar de los escenarios No COVID frente a COVID.

RC: Lectura Crítica, QR: Razonamiento Cuantitativo, CS: Competencias Ciudadanas,

EP: Ingles, WC: comunicación Escrita.

Estadístico	Escenario	Competencia				
		*RC	*QR	*CS	*EP	*WC
Media	No COVID	2.4114	2.4528	2.4686	2.3346	2.6059
	COVID	3.0207	3.2647	3.6156	3.4846	3.2551
p-value prueba t		0	0	0	0	2.02
						$\times 10^{-293}$
Desviación	No COVID	0.8125	0.8442	0.8710	0.8515	1.3049
Estándar	COVID	0.8697	0.7578	0.7254	0.7376	1.3974
p-value prueba F		1.821	1.572	4.889	1.408	1.288
		$\times 10^{-14}$	$\times 10^{-32}$	$\times 10^{-88}$	$\times 10^{-55}$	$\times 10^{-14}$

Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 3, el análisis diferencial univariado revela que la media y la desviación estándar de los puntajes de competencia cambiaron significativamente al comparar los escenarios No COVID vs. COVID. Las implicaciones de estos resultados se discuten en detalle en la sección de Discusión (Sección 6).

5.4 Análisis de correlación

Nuevamente, se analizaron los conjuntos de datos X_{No_COVID} y X_{COVID} . Esta subsección aborda el análisis de correlación de Pearson (Pearson, 1897) realizado a dichos conjuntos de datos. Para cada conjunto de datos se obtuvo la estructura de correlación completa. La Figura 3 resume la estructura de correlación del conjunto de datos No COVID, mientras que la Figura 4 muestra la estructura de correlación del conjunto de datos COVID. La figura 5 muestra estas redes de correlación ponderadas no dirigidas.

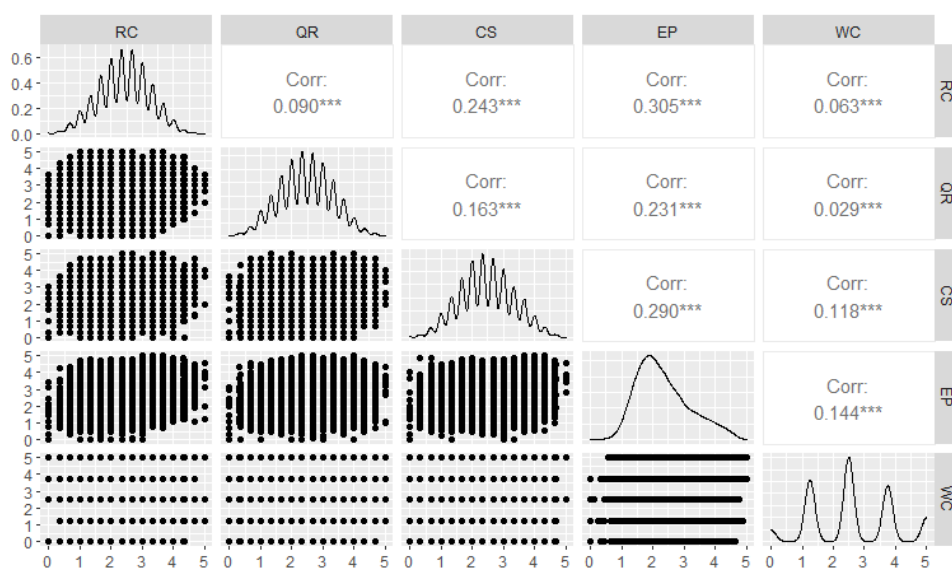


Figura 3 - Estructura de correlación para el conjunto de datos No COVID.

RC: Lectura Crítica, QR: Razonamiento Cuantitativo, CS: Competencias Ciudadanas, EP: Ingles, WC: comunicación Escrita.

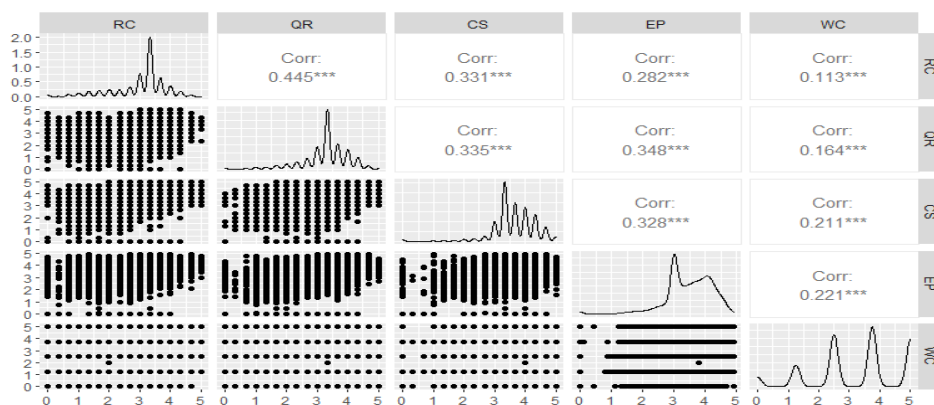


Figura 4. Estructura de correlación para el conjunto de datos COVID. RC: Lectura Crítica, QR: Razonamiento Cuantitativo, CS: Competencias Ciudadanas, EP: Inglés, WC: comunicación Escrita.

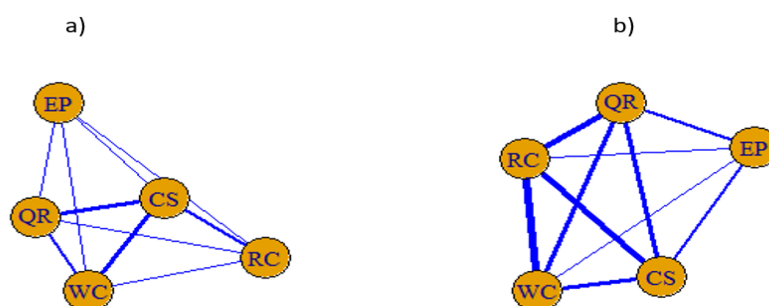


Figura 5. Redes de correlación: a) No COVID, b) COVID. RC: Lectura Crítica, QR: Razonamiento Cuantitativo, CS: Competencias Ciudadanas, EP: Inglés, WC: comunicación Escrita.

En las Figuras 3 y 4, se puede observar que todas las correlaciones pareadas entre los puntajes de todas las Competencias Genéricas son positivas para ambos escenarios, pero son mayores en el escenario COVID. Eso también se puede notar al mirar las redes de correlación (Figura 5), donde el color azul en los vértices indica una correlación positiva, mientras que el grosor del vértice está relacionado con la magnitud de la correlación.

Aunque las Figuras 3-5 permiten realizar comparaciones cualitativas entre las estructuras de correlación, no informan si las diferencias observadas son estadísticamente significativas. Por lo tanto, se realizó la prueba de Jennrich (Jennrich, 1970).

La prueba de Jennrich arroja un p-value de 5.004×10^{-248} , rechazando la hipótesis nula de que las estructuras de correlación comparadas (No COVID frente a COVID) son estadísticamente iguales. Las implicaciones de la diferencia en la estructura de correlación encontrada al comparar los escenarios No COVID Vs COVID se discuten en la sección de Discusión (Sección 6).

6 Discusión

La revisión de la literatura sobre el estado actual de la educación en América Latina, el Caribe y particularmente en Colombia conllevó a realizar este estudio estadístico retrospectivo para cuantificar los efectos de la pandemia COVID-19 en el desempeño de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Costa (Colombia) en cinco Competencias Genéricas (RC, QR, CS, EP y WC), en coherencia con lo establecido por el Instituto Colombiano de Promoción de la Educación Superior (ICFES).

Como se mencionó anteriormente, la cohorte de estudio estuvo conformada por estudiantes de diferentes programas académicos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Costa. Se tuvieron 29346 observaciones. En esta sección se discuten los resultados obtenidos en las tres etapas del análisis (como se explica en la sección de métodos): *i*) Análisis exploratorio de datos (usando estadística descriptiva univariante); *ii*) análisis diferencial (usando estadística univariante) entre los escenarios No COVID vs. COVID; y *iii*) análisis de correlación comparativo.

El análisis de datos exploratorios mostró diferencias notorias entre los resultados de los períodos antes y después del brote de COVID-19, como se observa en las tablas 1-2 y las Figuras 1-2. Sin embargo, el análisis exploratorio por sí solo carecía de los medios estadísticos para demostrar que las diferencias eran significativas. Por lo tanto, el conjunto de datos se dividió en los subconjuntos No COVID y COVID. El análisis diferencial univariado comparó las medias por cada competencia y las desviaciones estándar del conjunto de datos No COVID con las del conjunto de datos COVID, utilizando las pruebas t de Welch y F de Fisher, respectivamente. Las pruebas encontraron que, para cada competencia, hubo cambios

significativos tanto en las medias como en las desviaciones estándar al comparar los dos conjuntos de datos.

Es notable que todas las medias de las competencias analizadas exhibieron un mayor valor para el conjunto de datos COVID. Tal resultado indica que el desempeño general mejoró en el período 2020-I - 2020-II a medida que se fortalecieron las competencias individuales. Aunque este resultado puede parecer contradictorio, ya que se esperaba que el desempeño decayera debido a los efectos de la pandemia, refleja la capacidad de respuesta de la Universidad de la Costa para diseñar e implementar (con poca antelación) las estrategias discutidas en la sección 5.1. Además, a partir del análisis exploratorio de datos (Tabla 1 y Figura 1), es notable que los puntajes durante el período 2020-I fueron mayores que los del período 2020-II. Eso puede surgir porque el período 2020-I contó con un enfoque híbrido, combinando clases presenciales con clases remotas, mientras que el período 2020-II fue completamente remoto, desfavoreciendo el proceso de aprendizaje con respecto al de 2020-I. Por el contrario, las desviaciones estándar para tres de las cinco competencias (QR, CS y EP) disminuyeron para el período 2020-I - 2020-II, mientras que las desviaciones estándar para las dos competencias restantes (RC y WC) presentaron un incremento. Dichos cambios muestran una tendencia parcial a disminuir la variabilidad de algunas de las variables del conjunto de datos, pero esa tendencia no fue completamente consistente.

Como el análisis diferencial univariado no consideró las interacciones pareadas entre las variables (es decir, los puntajes por competencias), se realizó un análisis comparativo de correlación de Pearson entre los conjuntos de datos No COVID y COVID. El análisis de correlación encontró que 9 de cada 10 correlaciones (entre las puntuaciones de las competencias) aumentaron al comparar el conjunto de datos COVID con el conjunto de datos

No COVID. La correlación RC-EP fue la única que descendió de 0.305 a 0.282 (Figuras 3-5).

Se encontró que las estructuras de correlación generales eran estadísticamente diferentes cuando se utilizó la prueba de Jennrich. Además, es notable que, para ambos conjuntos de datos, todas las correlaciones fueron positivas. Estos resultados sugieren que no sólo mejoraron las competencias individuales, sino también las correlaciones positivas mayores indican que los estudiantes muestran un conjunto más equilibrado de Competencias Genéricas en lugar de desarrollarlas asimétricamente, es decir, favoreciendo algunas competencias significativamente más que otras.

En general, los resultados del análisis de datos muestran que las Competencias Genéricas se fortalecieron durante el período 2020-I - 2020-II, como lo demuestran las mejoras en el desempeño de los estudiantes. Estas mejoras pueden atribuirse a las estrategias diseñadas e implementadas para abordar la crisis creada por la pandemia, lo que demuestra que la crisis se puede superar con medidas correctas y oportunas.

7 Conclusión y recomendaciones

Se realizó una revisión de la literatura enfocada en caracterizar el estado actual de la educación en América Latina y el Caribe, particularmente en Colombia. Esta revisión de la literatura reveló que la mayoría de los países de la región enfrentan desafíos importantes para sus educadores y estudiantes, que están soportando dificultades después de la crisis provocada por la pandemia de COVID-19.

Esta investigación además abordó un análisis estadístico para cuantificar los efectos de la pandemia en el desempeño de una cohorte de estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Costa. El desempeño se midió mediante el instrumento denominado Prueba de Competencias Genéricas. Este instrumento es una prueba estandarizada que cumple con los lineamientos emitidos por el Instituto Colombiano de Promoción de la Educación Superior (ICFES) y se aplica semestralmente.

El enfoque para evaluar los efectos de la pandemia en el desempeño de los estudiantes de la Universidad de la Costa comprendió tres etapas: *i)* Un análisis exploratorio de datos utilizando estadísticas descriptivas univariadas; *ii)* un análisis diferencial, utilizando estadísticas univariadas para comparar los escenarios No COVID vs COVID; y *iii)* un análisis de correlación comparativo. El análisis de datos exploratorio sugirió diferencias entre las puntuaciones antes y después del brote de COVID-19 en Colombia, lo que llevó a los investigadores a dividir el conjunto de datos en subconjuntos No COVID y COVID y a realizar un análisis diferencial adicional para compararlos. El análisis diferencial univariado mostró que los puntajes en cuanto a competencias aumentaron significativamente durante el período 2020-I - 2020-II, lo que indica que las Competencias Genéricas se fortalecieron. Además, el análisis de correlación indicó que los estudiantes mostraron un perfil de

competencias simétrico y más equilibrado para el período 2020-I - 2020-II, ya que las correlaciones por pares entre las competencias se fortalecieron y se mantuvieron positivas.

En general, este estudio muestra que, a pesar de la crisis provocada por la pandemia de COVID-19 para el sector educativo en Colombia, los estudiantes pueden lograr mejoras en sus Competencias Genéricas si se diseñan e implementan estrategias efectivas y sólidas para superar el cambio al aprendizaje a distancia. Por lo tanto, el enfoque actual de aprendizaje remoto ha demostrado ser viable y enriquece los conocimientos para futuros programas de educación a distancia post-pandémicos que pueden ofrecer más flexibilidad a los estudiantes sin comprometer la calidad de la educación. Los trabajos futuros podrían centrarse en el desarrollo de estrategias de aprendizaje innovadoras para los programas de educación remota posteriores a una pandemia. Además, la brecha digital (es decir, la falta de acceso a Internet de muchos estudiantes vulnerables) debería abordarse en trabajos futuros, con el objetivo de proponer estrategias para cerrar esa brecha.

8. Referencias

- Álvarez, A., León, D., Medellín, M., Zambrano, A., & Zuleta, H. (2020). El coronavirus en Colombia: vulnerabilidad y opciones de política. PNUD, May 21, 2020.
- ASCUN. (2020). Asociación Colombiana de Universidades. Retrieved on 01/05/2021, available at: <https://www.ascun.org.co/noticias/detalle/dialogos-sobre-estrategias-de-apoyo-virtual-a-la-presencialidad-ante-la-emergencia-del-coronavirus>
- BID. (2020). Inter-American Development Bank. Retrieved on 20/05/2021, available at: <https://publications.iadb.org/en>
- CEDE. (2020). Efectos en pobreza y desigualdad del Covid-19 en Colombia: un retroceso de dos décadas. Nota Macroeconómica No.20, Universidad de los Andes. Retrieved on 01/05/2021, available at: <https://uniandes.edu.co/sites/default/files/asset/document/notamacro20.pdf>
- CSIF. (s.f.). Encuesta de CSIF . Un 93% de docentes sufre desgaste emocional y estrés por el confinamiento. Encuesta, Central Sindical Independiente y de Funcionarios. Retrieved on 28/04 /2021, available at: <https://www.csif.es/contenido/nacional/general/297367>
- Dhawan, S. (2020). Aprendizaje en línea: una panacea en tiempos de la crisis de COVID-19. *Journal of Educational Technology Systems*, 49(1), 5–22.
- EDUCABASE. (2020). Matriculados por nivel académico, tipo y modalidad de la universidad, tipo de centro, sexo, grupo de edad y rama de enseñanza. Reporte estadístico, MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL. Retrieved on 10/05/2021, available at: [http://estadisticas.mecd.gob.es/EducaJaxiPx/Datos.htm?path=/Universitaria/Alumnado/Nueva_Estructura/GradoCiclo/Matriculados/10/&file=Mat_GradCiclo_Sex_Edad\(1\)_Rama_Tot.px&type=pcaxis](http://estadisticas.mecd.gob.es/EducaJaxiPx/Datos.htm?path=/Universitaria/Alumnado/Nueva_Estructura/GradoCiclo/Matriculados/10/&file=Mat_GradCiclo_Sex_Edad(1)_Rama_Tot.px&type=pcaxis)

Espino-Díaz, L., Fernandez-Caminero, G., Hernandez-Lloret, C.-M., Gonzalez-

Gonzalez, H., & Alvarez-Castillo, J.-L. (2020). Analyzing the impact of COVID-19 on education professionals. toward a paradigm shift: ICT and neuroeducation as a binomial of action. *Sustainability*, 12(14), 5646.

Fisher, R. A. (1954). *Statistical methods for research workers* 12 th ed. Oliver & Body.

ICFES. (2017). *Módulos de Competencias Genéricas*. En ICFES. Bogotá,

Colombia. Retrieved on 01/05/2021, available

at: <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/495161/Guia%20de%20orientacion%20modulos-de-competencias-genericas-saber-pro-2017.pdf.pdf>

Iglesias-Pradas, S., Hernández-García, Á., Chaparro-Peláez, J., & Prieto, J. L.

(2021). Emergency remote teaching and students' academic performance in higher education during the COVID-19 pandemic: A case study. *Computers in Human Behavior*, 119, 106713.

Jennrich, R. I. (1970). An asymptotic χ^2 test for the equality of two correlation matrices.

Journal of the American Statistical Association, 65(330), 904–912.

Langegård, U., Kiani, K., Nielsen, S. J., & Svensson, P.-A. (2021). Nursing students' experiences of a pedagogical transition from campus learning to distance learning using digital tools. *BMC Nursing*, 20(1), 1–10.

Milman, N. B. (2020). This is emergency remote teaching, not just online teaching. *Education Week*.

MINEDUCACIÓN. (2020). Circular No. 21 del 17 de marzo de 2020. Circular

, Ministerio de Educación, Bogotá. Retrieved on 01/05/2021, available

at: https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-394115.html?_noredirect=1

MINEDUCACIÓN. (31 de 07 de 2020). La transformación educativa con apoyo de

Tecnologías Digitales, buenas prácticas y resultados de aprendizaje en la Educación

Superior fueron los temas centrales de Educ@Ted 2020. Retrieved on 02/05/2021, available at: <https://www.mineduacion.gov.co/portal/salaprensa/Noticias/400098:La-transformacion-educativa-con-apoyo-de-Tecnologias-Digitales-buenas-practicas-y-resultados-de-aprendizaje-en-la-Educacion-Superior-fueron-los-temas-centrales-de-Educ-Ted-2020>

MINEDUCACION. (2020). Uso de tecnologías en el desarrollo de programas académicos presenciales. En MINEDUCACIÓN. Bogotá, Colombia. Retrieved on 01/05/2021, available at: https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-394296_recurso_1.pdf

Mogus, A. M., Djurdjevic, I., & Suvak, N. (2012). The impact of student activity in a virtual learning environment on their final mark. *Active Learning in Higher Education*, 13(3), 177–189.

MOODLE. (2020). MOODLE. Retrieved on 25/05/2021, available at: <https://moodle.org/?lang=es>

Ortega, J. I. S. (2014). Implementación de nueva herramienta de seguimiento académico que valida la evaluación por competencias genéricas dentro de la facultad de ingeniería de la Universidad de la Costa (CUC). *Revista Educación En Ingeniería*, 9(18), 1–11.

Pálvölgyi, K., & others. (2017). Implementation through innovation: a literature-based analysis of the tuning project.

Paul, J., & Jefferson, F. (2019). A comparative analysis of student performance in an online vs. face-to-face environmental science course from 2009 to 2016. *Frontiers in Computer Science*, 1, 7.

- Pearson, K. (1897). Mathematical contributions to the theory of evolution.—on a form of spurious correlation which may arise when indices are used in the measurement of organs. *Proceedings of the Royal Society of London*, 60(359–367), 489–498.
- Pokhrel, S., & Chhetri, R. (2021). A literature review on impact of COVID-19 pandemic on teaching and learning. *Higher Education for the Future*, 8(1), 133–141.
- Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Guàrdia, L., & Koole, M. (2020). Online university teaching during and after the Covid-19 crisis: Refocusing teacher presence and learning activity. *Postdigital Science and Education*, 2(3), 923–945.
- Rochon, J., Gondan, M., & Kieser, M. (2012). To test or not to test: Preliminary assessment of normality when comparing two independent samples. *BMC Medical Research Methodology*, 12(1), 1–11.
- Rodriguez, A. M., Quintero, B. T., & Moreno, J. A. (2020). Importance of computer science in the results of the evaluation of higher education in Colombia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1513(1), 12016.
- Roman, M., & Plopeanu, A.-P. (2021). The effectiveness of the emergency eLearning during COVID-19 pandemic. The case of higher education in economics in Romania. *International Review of Economics Education*, 37, 100218.
- Tang, Y. M., Chen, P. C., Law, K. M. Y., Wu, C. H., Lau, Y., Guan, J., ... Ho, G. T. S. (2021). Comparative analysis of Student's live online learning readiness during the coronavirus (COVID-19) pandemic in the higher education sector. *Computers & Education*, 168, 104211.
- Team, R. C., & others. (2013). *R: A language and environment for statistical computing*.
- UNESCO. (2020). Acciones de las redes de Educación Superior ante el Covid 19. Retrieved on 28/04/2021, available at: <https://www.iesalc.unesco.org/>

UNICEF. (04 de 2020). Retrieved on 28/04/2021, available at: Marco para la reapertura de las escuelas: <https://www.unicef.org/media/68871/file/SPANISH-Frameworkfor-reopening-schools-2020.pdf>

UOPEOPLE. (2020). UNIVERSITY OH THE PEOPLE . Retrieved on 2/05/2021, available at: <https://www.uopeople.edu/blog/emergency-remote-teaching-vs-online-learning/>

WORLD BANK. (09 de 2014). Hacia la paz sostenible, la erradicación de la pobreza y la prosperidad compartida. Notas de política: Colombia. Retrieved on 28/04/2021, available at: <file:///C:/Users/cuc/Downloads/Colombia%20Policy%20Notes%20pub%20SPA%2011-7-14web.pdf>

Zhang, W., Wang, Y., Yang, L., & Wang, C. (2020). Suspending classes without stopping learning: China's education emergency management policy in the COVID-19 outbreak. Multidisciplinary digital publishing institute.5.

https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Romero-Aroca/publication/275021043_Estadistica_Descriptiva_e_Inferencial/links/55bfd42b08aec0e5f4476a2a/Estadistica-Descriptiva-e-Inferencial.pdf

<https://intranetua.uantof.cl/facultades/csbasicas/matematicas/academicos/jreyes/DOCENCIA/APUNTES/APUNTES%20PDF/Probabilidad%20y%20Estadistica%20para%20Ingenieria%20y%20Ciencias%20-%20Jay%20Devore%20-%20Septima%20Edicion.pdf>

https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=-AH-RK2g4fYC&oi=fnd&pg=PA3&dq=analisis+estadistico+inferencial&ots=otIMd54QZy&sig=jgyNkJl-WHZRoPu21f5mGVWHf3s&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Amaro, Gertrudes. “Indicadores das Aprendizagens dos alunos: Criação e impacto nas Políticas de Avaliação dos Sistemas Educativos”. Revista Inovação, 1997, nº 2 y nº 3, pp. 315-325.

Máxima Formación (2021). ¿QUÉ ES LA CORRELACIÓN ESTADÍSTICA Y CÓMO INTERPRETARLA?. Recuperado de <https://www.maximaformacion.es/blog-dat/que-es-la-correlacion-estadistica-y-como-interpretarla/> (definición de correlación)

Anexos: código fuente, enlace de GitHub con los datos**A. 1 Código fuente**

```
library(vegan)

library(mdatools)

library(psych)

library(resample)

library(igraph)

library(reshape2)

library(qgraph)

library(psych)

library(corr)

library(ggplot2)

library(dplyr)

library(GGally)

library(stats)

library(dgof)

setwd("C:/Users/idpdl/Desktop/Paper Jessica")

#Loading Data

X <- read.csv('Deidentified Data.csv',header = T, dec = '.')

#Descriptive Statistics Visualization

#Period-wise statistics
```

```
ggplot(X, aes(x=Period, y=Average, fill=Period)) +  
  geom_boxplot()+ scale_fill_brewer(palette="RdBu")
```

```
##Skill-wise statistics]
```

```
ggplot(X, aes(x=Period, y=RC, fill=Period)) +  
  geom_boxplot()+ scale_fill_brewer(palette="RdBu")
```

```
ggplot(X, aes(x=Period, y=QR, fill=Period)) +  
  geom_boxplot()+ scale_fill_brewer(palette="RdBu")
```

```
ggplot(X, aes(x=Period, y=CS, fill=Period)) +  
  geom_boxplot()+ scale_fill_brewer(palette="RdBu")
```

```
ggplot(X, aes(x=Period, y=EP, fill=Period)) +  
  geom_boxplot()+ scale_fill_brewer(palette="RdBu")
```

```
ggplot(X, aes(x=Period, y=WC, fill=Period)) +  
  geom_boxplot()+ scale_fill_brewer(palette="RdBu")
```

```
# Splitting Data
```

```
temp <- as.numeric(grepl("2020", X$Period))
```

```
X$COVID <- temp
```

```
X_COVID <- X[X$COVID==1,]
```

```
X_No_COVID <- X[X$COVID==0,]
```

```
temp1 <- as.data.frame(X_COVID[,3:7])
```

```
temp2 <- as.data.frame(X_No_COVID[,3:7])
```

```

# Testing Normality

NormalityTests_No_COVID <- as.data.frame(matrix(rep(0,length(temp1[1,])),1,5))

colnames(NormalityTests_No_COVID) <- colnames(temp1)

NormalityTests_COVID <- NormalityTests_No_COVID

for (i in 1:length(temp1[1,])) {

  NormalityTests_No_COVID[1,i] <- shapiro.test(temp2[sample(length(temp2[,i]),
    5000, replace = F),i])

  NormalityTests_COVID[1,i] <- shapiro.test(temp1[sample(length(temp1[,i]),
    5000, replace = F),i])

}

#Differential Analysis: Testing mean and std. dev. equality

#Hereby we use the Welch's t-test and the Fisher's F-test

pvals_means <- as.data.frame(matrix(rep(0,length(temp1[1,])),1,5))

colnames(pvals_means) <- colnames(temp1)

pvals_std_devs <- pvals_means

for (i in 1:length(temp1[1,])) {

  temp <- t.test(temp1[,i],temp2[,i],alternative="two.sided",var.equal=F)

  pvals_means[1,i] <- temp$p.value

  temp <- var.test(temp1[,i], temp2[,i], alternative = "two.sided")

  pvals_std_devs[1,i] <- temp$p.value

}

```

```
# Correlation Structures
```

```
ggpairs(temp1)
```

```
ggpairs(temp2)
```

```
# Correlation Networks
```

```
corMat=cor(X_No_COVID[,3:7])
```

```
corMat2=cor(X_COVID[,3:7])
```

```
CorMat_mod <- corMat
```

```
CorMat_mod[upper.tri(CorMat_mod)] <- 2
```

```
cor_df1 <- melt(CorMat_mod)
```

```
cor_df1 <- filter(cor_df1, value != 2) %>% filter(Var1 != Var2)
```

```
adj_list1 <- cor_df1 %>% filter(abs(value) > 0.01)
```

```
names(adj_list1) <- c('from', 'to', 'weight')
```

```
net1 <- graph_from_data_frame(adj_list1, directed = FALSE)
```

```
Cols <- c("red", "blue")
```

```
E(net1)$color <- unlist(lapply(1:nrow(adj_list1),
```

```
  function(i){Cols[(adj_list1$weight[i]>0)+1]}))
```

```
E(net1)$size <- adj_list1$weight
```

```
set.seed(2)
```

```
CorMat_mod2 <- corMat2
```

```
CorMat_mod2[upper.tri(CorMat_mod2)] <- 2
```

```
cor_df2 <- melt(CorMat_mod2)
```

```
cor_df2 <- filter(cor_df2, value != 2) %>% filter(Var1 != Var2)
```



```

adj_list2 <- cor_df2 %>% filter(abs(value) > 0.01)

names(adj_list2) <- c('from', 'to', 'weight')

net2 <- graph_from_data_frame(adj_list2, directed = FALSE)

Cols <- c("red", "blue")

E(net2)$color <- unlist(lapply(1:nrow(adj_list2),
  function(i){ Cols[(adj_list2$weight[i]>0)+1]}))

E(net2)$size <- adj_list2$weight


par(mfrow=c(1,2))


set.seed(2)

plot(net1, vertex.size=45, vertex.label =
  c("RC", "QR", "CS", "EP", "WC"),
  edge.width= 12*E(net1)$size)


set.seed(2)

plot(net2, vertex.size=45, vertex.label =
  c("RC", "QR", "CS", "EP", "WC"),
  edge.width= 12*E(net2)$size)


#Jennrich Test

n1 <- dim(X_No_COVID)[1]

n2 <- dim(X_COVID)[1]

pval_Jennrich <- cortest.jennrich(corMat, corMat2, n1, n2)$prob

```

A. 2 Enlace GitHub

<https://github.com/iportnoy1/General-Skills-Test-Dataset-and-Source-Code>